

## Utilidad de distintas ayudas en la resolución de un problema de *insight* y su relación con las estrategias metacognitivas

Reinaldo Martínez-Fernández<sup>1,2,\*</sup>, Elisabet Tubau<sup>3</sup>, Llorenç Guilera<sup>1</sup>, Samuel Rabanaque<sup>1</sup>, y Edgar Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Barcelona (España), <sup>2</sup>Universidad Católica Andrés Bello (Venezuela), <sup>3</sup>Universidad de Barcelona (España)

**Resumen:** En este trabajo se analiza la relación entre las estrategias metacognitivas (EM) y la eficacia de distintas ayudas en la resolución de un problema de *insight*. Los participantes intentaron resolver el problema de las tres bombillas sin ninguna ayuda o después de recibir distintas pistas que diferían en el nivel de abstracción, y respondieron al cuestionario de auto-informe de O'Neil & Abedi (1996) sobre el uso de EM. Sorprendentemente, las distintas ayudas fueron igual de ineficaces, no diferenciándose de la condición "sin ayuda". Sin embargo, análisis adicionales mostraron una interacción entre el tipo de ayuda recibida y el nivel de uso habitual de las EM. El porcentaje de soluciones correctas al problema fue bajo (menos del 30%) cuando la ayuda era muy abstracta o inexistente, independientemente del nivel de uso de las EM. Sin embargo, los participantes con mayor nivel de metacognición mostraron un mejor rendimiento cuando las ayudas eran más directas (referentes a un concepto clave). Estos resultados sugieren que las estrategias metacognitivas juegan un papel importante en el reconocimiento de la información relevante para la resolución de problemas.

**Palabras clave:** Metacognición; resolución de problemas; comprensión; autoevaluación; *insight*.

**Title:** Usefulness of different hints in solving an insight problem: relationship with metacognitive strategies.

**Abstract:** In this work it is studied the relationship between metacognition and the efficacy of different hints while solving an insight problem. Participants attempted to solve the three bulbs problem either without any hint or after receiving hints with different levels of abstraction, and answered the O'Neil & Abedi's (1996) self-report inventory about metacognitive strategies. Surprisingly, the different hints did not improve performance, compared to the no-hint condition. Nevertheless, a significant interaction between type of hint and level in metacognition was revealed by additional analyses. Only a few participants (less than 30%) solved the problem when the hint was very abstract or no hint was presented, regardless of their metacognitive level. However, the participants who scored higher on metacognition performed better when more direct hints, referring to a key concept to solve the problem, were presented. Hence, these results suggest that metacognitive strategies play a significant role on recognizing the relevance of specific information to problem solving.

**Key words:** Metacognition; problem solving; comprehension; self-appraisal; insight.

### Introducción

Dos procesos fundamentales en la resolución de problemas son el acceso a la información relacionada con la solución y la capacidad de reconocer su relevancia una vez ésta ha sido activada. Estos procesos son especialmente cruciales en la resolución de problemas de *insight*, los cuales requieren interpretaciones inusuales o el acceso a conocimiento aparentemente distante (Lockhart y Blackburn, 1993). Coincide que los procesos de selección, toma de conciencia y evaluación forman también parte de la lista de funciones que suelen atribuirse a las estrategias metacognitivas (Brown, 1987; Flavell, 1987; Jacobs y Paris, 1987; Martí, 1995; Mateos, 1999).

Cabe destacar que un sujeto metacognitivamente hábil activa diferentes estrategias que le permiten planificar (antes), controlar (durante) y evaluar (después) su acción (Flavell, 1979). De este modo, mediante el uso de estas estrategias, el sujeto es capaz de conducirse de modo reflexivo hacia el logro exitoso de una tarea de aprendizaje determinada. Igualmente, el uso habitual de las estrategias metacognitivas permite que los sujetos valoren qué tanto se aproximan, o no, a los propósitos u objetivos y la identificación de las posibles acciones de mejora de sus resultados. Ahora bien, aunque metacognición y capacidad para resolver problemas aparecen estrechamente relacionados (Dellos y Harrington,

1991), especialmente cuando los problemas están abiertos o mal definidos (Shin, Jonassen y McGee, 2003), el papel de las estrategias metacognitivas en la resolución de problemas de *insight* no está del todo clara (Metcalf y Wiebe, 1987). Este trabajo tiene pues por objetivo profundizar en el estudio de la relación entre el uso habitual de estrategias metacognitivas y la resolución de problemas en el contexto de un problema tipo *insight* denominado las tres bombillas (ver Figura 1).

La relación entre metacognición y resolución de problemas se plantea, entre otros aspectos, por implicar capacidades del denominado razonamiento formal (Carretero y León, 2001). Así, algunos estudios asocian el razonamiento formal o hipotético-deductivo a un adecuado desarrollo de estrategias de control, planificación, monitorización y evaluación de los resultados (Aguilar Villagrán, Navarro Guzmán, López Pavón y Alcalde Cuevas, 2002; Artz y Armour-Thomas, 1992; Parolo, Barbieri y Chrobak, 2004; Swanson, 1990). Existe incluso evidencia neurológica de tal relación dado que ambos procesos suelen asociarse a las funciones ejecutivas ubicadas en el área pre-frontal (Fernández-Duque, Baird y Posner, 2000; León-Carrión, Alarcón y Revuelta, 1998; Schnyer, Verfaellie, Alexander, LaFleche, Nicholls y Kaszniak, 2004).

Sin embargo, la relevancia de las estrategias metacognitivas para resolver problemas parece mostrarse sólo claramente cuando se consideran problemas de solución incremental, es decir, problemas cuya dificultad reside mayormente en la planificación y control temporal de una secuencia de acciones u operaciones. En tal sentido, Metcalf y Wiebe (1987) observaron que los sujetos mostraban un mayor nivel de

\* Dirección para correspondencia [Correspondence address]: J. Reinaldo Martínez-Fernández. Universitat Autònoma de Barcelona. Facultat de Psicologia – Edifici B5 – Despacho B5b-069. Departament de Psicologia Bàsica, Evolutiva y de la Educació. 08193 Barcelona (España). E-mail: [JoseReinaldo.Martinez@uab.cat](mailto:JoseReinaldo.Martinez@uab.cat)

conciencia del proceso de resolución de estos problemas -de solución incremental- que cuando resolvían problemas de insight, sugiriendo que los procesos metacognitivos estarían principalmente implicados en el primer tipo de problemas. Cabe destacar que los problemas de *insight* se caracterizan por mostrar una discontinuidad en el proceso de solución fruto de una re-estructuración o cambio en la representación del problema, dando lugar a la experiencia de la comprensión súbita o sorpresa feliz (Weisberg, 1996; ver también la revisión de Guilera, 2002). Frecuentemente, el desencadenante de tal proceso de comprensión, cuya probabilidad de aparición suele ser baja, es inaccesible a la conciencia, como ya apuntaban los trabajos de Maier (1931) o los más recientes de Bowden (1985 y 1997).

En consecuencia, si el proceso de resolución de problemas de *insight* es tan inaccesible al control consciente como muestran tales estudios, la probabilidad de que se produzca la comprensión súbita de la solución debería ser independiente de las estrategias metacognitivas. No obstante, si tenemos en cuenta la distinción anteriormente señalada entre acceso al conocimiento y el reconocimiento de su relevancia, es posible que el nivel habitual de uso de las estrategias metacognitivas afecte de distinto modo ambos procesos. Mientras que el acceso a la información clave podría depender de factores distintos al nivel de metacognición (p.e., experiencia previa, presencia de pistas o ayudas externas), el reconocimiento de la relevancia de tal información sí podría verse afectado por las estrategias metacognitivas de control o monitorización.

Precisamente, un aspecto hasta ahora poco estudiado es el análisis de la relación entre las estrategias metacognitivas y el uso de pistas o ayudas en la resolución de problemas. Como señalan algunos autores (Kershaw y Ohlsson, 2004; Malmivuori, 2006) las ayudas pueden desempeñar la función de activadores metacognitivos. En particular porque pueden ser de utilidad para acceder a conocimientos previos relevantes, para focalizar la atención en las variables que deberán combinarse, o para darse cuenta de los factores que pueden inducir a un bloqueo, ayudando a superar alguna fijación perceptiva o funcional (Saiz, 1994). De allí el interés por analizar las ayudas como factores que pueden facilitar la toma de conciencia y la organización de la información en pro de la solución del problema. Pero, ¿por qué algunas pistas son útiles para una gran mayoría de personas mientras que otras sólo lo son para una minoría?

Desde los ya clásicos experimentos de Holyoak y colaboradores (Gick y Holyoak, 1983; Holyoak y Koh, 1987) se conoce que no todas las ayudas son igual de eficaces. Por ejemplo, las personas suelen tener dificultades para aplicar análogos abstractos o analogías estructurales como ayudas

para resolver problemas, especialmente cuando existe escasa o nula experiencia en el dominio del problema (Chi, Felto-vich y Glasser, 1981). En cambio, cuando el mismo análogo comparte algún concepto clave con el problema a resolver (es decir, además de la estructura, ambos problemas comparten características superficiales; Holyoak y Koh, 1987) la mayor parte de personas es capaz de darse cuenta de la relevancia del análogo para resolver el problema (De la Fuente, Baillo, Gabucio y Tubau, 1989). Es, pues, interesante resaltar que una vez presentada la información relacionada con la solución del problema, un aspecto crítico parece residir en el proceso de “darse cuenta” de su relevancia. En los experimentos anteriores, la mayoría de participantes era capaz de establecer la conexión entre análogos abstractos (sólo compartían la estructura) cuando se les ayudaba a establecer tal conexión mediante la advertencia “la información previa puede serte útil para resolver el problema”. Por consiguiente, estos resultados demuestran una dificultad específica en darse cuenta espontáneamente (sin advertencia explícita) de la relevancia de una información claramente accesible.

En el presente experimento nos planteamos analizar la relación entre el nivel de uso habitual de estrategias metacognitivas y la facilidad con que los participantes eran capaces de utilizar distintos tipos de ayuda para resolver el problema de las tres bombillas (Figura 1). Específicamente, un primer tipo de ayuda (problema de las trillizas; ver Figura 2) pretendía hacer notar que para la identificación de tres clones (por ejemplo tres trillizas) hace falta una variable ternaria (p.e., vestido de tres colores distintos) o la combinación de dos binarias (p.e., dos colores y dos posiciones de una prenda de vestir). Se planteó así el análisis de si existe o no transferencia analógica a la variable temperatura la cual puede tratarse como ternaria (caliente, tibio, frío) o binaria combinada con otra binaria (caliente, frío; encendido, apagado) para la resolución exitosa del problema de las tres bombillas. Se trataría de una transferencia analógica abstracta, la cual, como ya hemos señalado, se produce con muy baja frecuencia (Gick y Holyoak, 1983). El segundo tipo de ayuda (problema de las tres motos; ver Figura 2) pretendía llamar la atención sobre la variable temperatura del motor de las motos para intentar provocar la transferencia conceptual a la temperatura de las bombillas. En este caso se trataba de proporcionar, además de la estructura abstracta, una característica más directa y crucial para resolver el problema. Finalmente, la tercera ayuda aparecía incluida en un cuestionario sobre experiencias previas con bombillas y electricidad (ver Anexo 1), el cual pretendía refrescar la memoria sobre el hecho físico de que las bombillas se calientan cuando llevan encendidas algún tiempo.

Problema de las tres bombillas
<p>Las tres mellizas duermen en la planta de arriba en tres camas A, B y C. Al lado de cada cama les he instalado una bombilla independiente en cada mesilla de noche. He puesto los tres interruptores en la planta baja, al pie de la escalera. Pero me he hecho un lío con los cables eléctricos y ahora no sé cuál es el interruptor que corresponde a cada una de las bombillas. Desde abajo es imposible distinguir qué luz se enciende y he de subir al dormitorio cada vez que quiero saber la repercusión que ha tenido la manipulación de los interruptores. ¿Qué puedo hacer para averiguar la correspondencia entre los tres interruptores y las tres bombillas? Indícame, con un aspa en cada fila, cuál(es) de las siguientes maneras me será(n) válida(s) y cuáles no. Justifica la o las opciones consideradas válidas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sólo se puede hacer en tres viajes</li> <li>2. Se puede hacer en dos viajes</li> <li>3. Se puede hacer en un viaje</li> </ol>

Figura 1: Problema de las tres bombillas (versión de Guilera, 2002).

Problemas análogos
<p><i>Problema de las tres mellizas</i></p> <p>Tengo tres hijas mellizas (Anna, Bet y Catí) perfectamente clónicas. Me interesa tener una manera rápida de distinguirlas pero no dispongo de ninguna pieza de vestir con tres colores diferentes. Indícame, con un aspa en cada fila, cual de las siguientes maneras me serán válidas y cuáles no. Justifica la o las opciones consideradas válidas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Con una pieza de vestir con dos colores posibles. Por ejemplo: dos lazos azules y uno rosa.</li> <li>2. Combinando dos piezas de vestir. Por ejemplo: con dos colores de camisetas y dos colores de lazos.</li> <li>3. Con zapatillas de dos colores diferentes. Por ejemplo: dos pares de color blanco y un par de color negro.</li> <li>4. Combina adecuadamente las opciones 1 y 3.</li> <li>5. Sugiere otra manera válida inventada por ti que no se base únicamente en los colores.</li> </ol>
<p><i>Problema de las tres motos</i></p> <p>Por su quince cumpleaños, he regalado a las tres mellizas tres motos perfectamente idénticas. Para que sepa cada una cual es la suya, les he pintado las letras A de Anna, B de Bet y C de Catí. Me voy a comprar el pan para almorzar y cuando vuelvo veo que la Bet ha sido la que más ha utilizado la moto mientras he estado fuera. Indícame, con un aspa en cada fila, cual de las siguientes opciones me serán válidas para hacer este descubrimiento y cuáles no. Justifica la o las opciones consideradas válidas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se que Bet es siempre la más traviesa de las tres.</li> <li>2. La moto B es la más sucia de barro.</li> <li>3. La moto B es la que tiene el nivel más bajo de gasolina.</li> <li>4. La moto B es la que tiene el motor más caliente.</li> <li>5. Sugiere otra manera inventada por ti.</li> </ol>

Figura 2: Problemas análogos presentados como ayuda al grupo 2 (las tres mellizas; ayuda abstracta) y al grupo 3 (las tres motos; ayuda directa 1).

De este modo, interesados en analizar la relación entre el uso habitual de las estrategias metacognitivas y el tipo de ayuda, se plantea la hipótesis de que si las estrategias metacognitivas actúan especialmente cuando existe información potencialmente relevante para resolver el problema, debería observarse un mayor impacto de ellas en las condiciones en las que los participantes recibieran algún tipo de ayuda. Igualmente, se espera que las ayudas más directas (problema análogo de las tres motos y, sobretudo, pista verbal incluida en el cuestionario) facilitaran la resolución del problema, al menos en el grupo de participantes con mayor uso habitual de las estrategias metacognitivas.

## Método

### Participantes

Participaron, de manera voluntaria, 86 estudiantes que finalizaban el primer año de estudios en psicología en la Universidad Autónoma de Barcelona. De ellos 83% eran mujeres y 17% varones. Los participantes fueron distribuidos al azar entre cuatro grupos (ver Tabla 1).

Tabla 1: Porcentaje de soluciones correctas al problema de las tres bombillas según el tipo de ayuda (frecuencias según el tamaño de la muestra en paréntesis).

Grupos	Tipo de ayuda	Aciertos
1	Sin ayuda	31% (8/26)
2	Ayuda abstracta (mellizas)	16% (3/19)
3	Ayuda abstracta + directa 1 (mellizas - motos)	29% (5/17)
4	Ayuda directa 2 (concepto calor - cuestionario)	29% (7/24)

### Instrumentos

El problema de *insight* planteado a los participantes fue el denominado: las tres bombillas (ver Figura 1). Una vez presentado el problema se les preguntaba a los sujetos si se podía resolver con tres, dos o un viaje; y la justificación a cada una de las opciones. Como puede observarse en las soluciones siguientes, la opción basada en un solo viaje requiere tener acceso al conocimiento de que las bombillas se calientan al encenderse:

1.- Abrimos el primer interruptor y, unos cuantos minutos después, el segundo interruptor. De este modo, el primer interruptor manipulado corresponderá a la bombilla en-

cendida y caliente. El segundo a la bombilla encendida y fría. El tercero a la bombilla que permanece apagada.

- 2.- Abrimos dos interruptores y, unos cuantos minutos después, cerramos uno de ellos. Con esta acción, el interruptor cerrado corresponderá a la bombilla apagada pero caliente. El abierto a la bombilla encendida. El que no hemos usado a la bombilla apagada y fría.

El problema debía resolverse con o sin ayuda. Las ayudas posibles consistían en la presentación previa de (1) un problema análogo estructural (las tres mellizas; ver Figura 2) (2) dos análogos estructurales, el segundo del cual incluía un concepto más cercano a la solución del problema (las tres motos; ver Figura 2) y (3) un cuestionario, elaborado por Guilera (2002), que incluía una referencia directa al concepto clave para resolver el problema (ver Anexo 1).

Para evaluar las estrategias metacognitivas, se aplicó el Inventario de O'Neil y Abedi (1996) (ver Anexo 2). El cuestionario consta de 20 ítems que se responden empleando una escala *Likert* de cinco puntos (1 a 5). Después de diversos análisis de su estructura factorial, los ítems se distribuyen a partes iguales, en un sub-componente de planificación, y otro de monitorización que unifica las estrategias de control y evaluación ( $KMO = .811$ ; test de esfericidad  $\chi^2 = 695.14$   $p < .001$ ). El análisis factorial confirma la estructura teórica del cuestionario que, además, muestra un alto coeficiente de fiabilidad ( $\alpha = .90$ ). En cuanto a la distribución de los ítems, se confirma la validez de constructo reportada en otros estudios que emplean el mismo inventario (Martínez-Fernández, 2004, 2007; Núñez, González-Pineda, González-Pumariega, Roces, García y Álvarez, 1997; O'Neil y Abedi, 1996).

## Procedimiento

En una sesión colectiva, se distribuyó el material a los participantes que incluía las posibles ayudas (para los tres grupos con ayudas), el problema de las tres bombillas y el inventario de estrategias metacognitivas. Los problemas de ayuda (mellizas y motos) tenían un tiempo límite de resolución de tres y dos minutos, respectivamente. El cuestionario tenía también un tiempo máximo de respuesta de cuatro minutos. Después (o en primer lugar en el caso del grupo sin ayudas) todos los participantes debían intentar resolver el problema de las tres bombillas durante un tiempo de aproximadamente 8 minutos. Para finalizar, todos los participantes contestaron el Inventario de Estrategias Metacognitivas.

## Resultados

Sólo las respuestas que incluían una justificación adecuada de la resolución del problema de las tres bombillas en un único viaje fueron consideradas correctas. Como puede observarse en la Tabla 1, los porcentajes de aciertos fueron bajos y uniformes en los cuatro grupos. Un análisis de tal proporción de aciertos muestra que no existen diferencias significativas en el porcentaje de soluciones correctas según el tipo de ayuda ( $\chi^2 = 1.512$ ;  $p = .679$ ).

Las puntuaciones medias en el cuestionario de metacognición fueron sometidas a un análisis de la varianza con la variable sub-escala como variable intra-sujeto y la variable grupo como variable entre-sujeto. Los resultados mostraron un efecto significativo de la variable sub-escala ( $F(1,82) = 61.23$ ,  $p < .001$ ). En general, los participantes dieron puntuaciones más altas a los ítems de la sub-escala de planificación que a los de la sub-escala de control-evaluación (ver Tabla 2). Ni la variable grupo, ni la interacción entre las dos variables mostraron efectos significativos. Por lo tanto, podemos afirmar que los grupos eran homogéneos en cuanto al uso habitual de las estrategias metacognitivas señaladas en el auto-informe.

**Tabla 2:** Puntuaciones medias en el cuestionario de estrategias metacognitivas (sub-escalas y cuestionario global) en cada uno de los grupos.

Estrategias Metacognitivas	Sub-grupos y puntuaciones medias			
	Grupo 1 (N=26)	Grupo 2 (N=19)	Grupo 3 (N=17)	Grupo 4 (N=24)
	M DS	M DS	M DS	M DS
Planificación (10-50)	38.12 (5.77)	35.79 (6.10)	37.06 (5.92)	34.96 (5.13)
Control-Evaluación (10-50)	33.73 (5.96)	32.53 (5.16)	32.35 (5.13)	31.71 (5.25)
Metacognición Global (20-100)	71.85 (10.78)	68.32 (10.31)	69.41 (10.11)	66.67 (9.38)

Con relación al posible efecto de las estrategias metacognitivas en el éxito en la resolución del problema se realizaron tres análisis. Dado que la variable tipo de ayuda apareció como irrelevante respecto al porcentaje de respuestas correctas, en un primer análisis reagrupamos a los participantes

en dos únicos grupos: grupo-acierto, que incluía a los participantes que habían resuelto correctamente el problema, independientemente del tipo de ayuda recibida ( $n = 23$ ), y grupo-fallo; grupo de participantes que no consiguieron dar la solución óptima ( $n = 63$ ). Al comparar las puntuaciones

dadas por estos grupos al cuestionario de metacognición, se observaron diferencias significativas en la metacognición total ( $t= 2.298$ ;  $p=.024$ ) y en el sub-componente de control-evaluación ( $t=2.441$ ;  $p=.017$ ) a favor de los sujetos que re-

solvieron exitosamente el problema de las tres bombillas. Las comparaciones en el sub-componente planificación mostraron resultados próximos al nivel de significación ( $t=1.770$ ;  $p=.08$ ; ver Tabla 3).

**Tabla 3:** Puntuación media en el cuestionario de estrategias metacognitivas (sub-escalas y cuestionario global) en los grupos que resolvieron el problema (acierto) y en los que no (fallo).

Estrategias metacognitivas	Solución de problemas	N	Media	SD	t	p.
Planificación	Acierto	23	38.30	5.058	1.770	.080
	Fallo	63	35.86	5.880		
Control-Evaluación	Acierto	23	34.91	4.898	2.441	.017
	Fallo	63	31.79	5.365		
Metacognición Global	Acierto	23	73.22	8.506	2.298	.024
	Fallo	63	67.65	10.408		

En un segundo análisis nos planteamos investigar si el impacto del uso habitual de las estrategias metacognitivas en la resolución del problema dependía del tipo de ayuda recibido; o si, por el contrario, su efecto era uniforme en todos los grupos. Para ello repetimos el análisis anterior teniendo en cuenta la variable tipo de ayuda, además del acierto o no en la resolución del problema. Este análisis mostró que las diferencias en el uso de las estrategias metacognitivas sólo aparecían claramente significativas en el grupo 4, cuya ayuda consistía en el cuestionario que incluía referencias directas a las propiedades físicas de las bombillas eléctricas. Esta observación nos llevó a considerar la posibilidad de que el beneficio de un nivel alto en metacognición se manifieste principalmente en las condiciones donde la información clave está más fácilmente accesible.

Con el fin de analizar más directamente el impacto del nivel de metacognición en función del tipo de ayuda, en el

tercer análisis asignamos a los participantes a los sub-grupos de metacognición baja o alta según sus puntuaciones en el cuestionario global (los participantes con puntuaciones por debajo de la media fueron asignados al sub-grupo metacognición baja y el resto al sub-grupo metacognición alta). Al comparar los porcentajes de soluciones correctas (aciertos) según el tipo de ayuda y el nivel de metacognición observamos que efectivamente el beneficio de un nivel alto en el uso de las estrategias metacognitivas no era uniforme en todos los grupos, mostrándose sólo claramente en el grupo 4 y marginalmente en el grupo 3. Como puede observarse en la Tabla 4, el porcentaje de soluciones correctas en los grupos con metacognición alta fue significativamente superior que el mismo porcentaje en los grupos con metacognición baja, pero sólo en estos dos grupos.

**Tabla 4:** Porcentaje de soluciones correctas (aciertos) al problema de las tres bombillas según el nivel de estrategias metacognitivas y el tipo de ayuda (frecuencias según el tamaño de la muestra en paréntesis).

Grupos	Nivel EM	Aciertos	$\chi^2$	p.
1 Sin ayuda	Bajo	23% (3/13)	n.s	
	Alto	38% (5/13)		
2 Ayuda abstracta	Bajo	20% (2/10)	n.s	
	Alto	11% (1/9)		
3 Ayuda directa 1	Bajo	11% (1/9)	3.08	.070
	Alto	50% (4/8)		
4 Ayuda directa 2	Bajo	8% (1/12)	6.33	.030
	Alto	50% (6/12)		
Global grupos 1 y 2 No ayuda o abstracta	Bajo	22% (5/23)	n.s.	
	Alto	27% (6/22)		
Global grupos 3 y 4 Ayuda directa	Bajo	9% (2/21)	8.11	.004
	Alto	50% (10/20)		

## Discusión

Los resultados obtenidos confirman la relevancia del uso habitual de las estrategias metacognitivas para la resolución

de problemas en general (Aguilar Villagrán *et al.*, 2002; Artz y Armour-Thomas, 1992; Rozenwajg, 2003; Schraw y Dennison, 1994; Swanson, 1990), y específicamente la relevancia de las estrategias de control-evaluación (Schoenfeld, 1987).

Sin embargo, los resultados matizan el planteamiento de Shin *et al.*, (2003) sobre la relación entre metacognición y éxito en la resolución de problemas de *insight* o mal estructurados. Así, al parecer los procesos de monitorización y reflexión no siempre conducen a la aparición del *insight* sino que su efecto depende de si la información clave está disponible.

A diferencia de los resultados de Kershaw y Ohlson (2004), las ayudas basadas en problemas análogos no mostraron una relación directa con el éxito en la resolución; es decir, no se obtuvo la transferencia conceptual abstracta esperada. Como hemos mencionado, resultados parecidos se han observado en otros estudios donde se presentan analogías estructurales (Gick y Holyoak, 1983; Holyoak y Koh, 1987). La dificultad en aplicar analogías abstractas se observó incluso entre los participantes con nivel de metacognición alto. Aunque el procedimiento utilizado en el presente estudio y en los estudios previos no es totalmente comparable (los problemas análogos incluían la solución en los experimentos de Holyoak y colaboradores mientras que en nuestro experimento los participantes tenían que intentar resolver también los problemas análogos), en todos estos estudios los participantes conocían el esquema abstracto de solución aplicable al problema planteado. En concreto, los participantes de este experimento no mostraron dificultad alguna en darse cuenta de cuáles podían ser las soluciones válidas en el problema de las tres mellizas (para diferenciar las tres mellizas se requiere o bien una variable ternaria, respuesta que dieron todos los participantes, o bien combinaciones de dos variables binarias; respuesta que dio el 73% de ellos). Sin embargo, el porcentaje de soluciones correctas no se vio facilitado respecto al grupo sin ayudas. En realidad, la proporción de soluciones correctas fue incluso menor en el grupo de metacognición alta, aunque tales diferencias respecto al grupo sin ayudas no fueron significativas.

Por el contrario, cuando el problema análogo hacía referencia a un concepto clave (temperatura del motor de la moto) si demostró ser de cierta utilidad pero sólo para el sub-grupo con alta metacognición. Precisamente, las ayudas recibidas en los dos grupos donde se observó un efecto del nivel de metacognición (grupos 3 y 4) hacían referencia al concepto “calor”, probablemente facilitando el acceso a la variable “temperatura de la bombilla” necesaria para resolver el problema. Es interesante destacar que tales ayudas sólo fueron aprovechadas por los participantes que informaron mayor uso de estrategias metacognitivas. Incluso, la ayuda más directa proporcionada mediante el cuestionario previo con la pregunta “¿te has quemado alguna vez al tocar una bombilla?” (grupo 4) no tuvo ningún impacto en el sub-grupo de baja metacognición. Esta dificultad en utilizar tal información podría explicarse por el hecho de que el acceso al concepto “calor que desprende una bombilla” no es suficiente para resolver el problema, el cual requiere secuenciar una serie de pasos para obtener las combinaciones adecuadas de una variable que puede ser tratada como ternaria (temperatura: caliente, tibio y frío) o binaria en combinación

con la variable luz (temperatura: caliente y frío; luz: encendida y apagada). Ello podría explicar también las discrepancias entre nuestros resultados y los de Kershaw y Ohlson (2004) en el sentido que nuestras ayudas no incluían un plan de entrenamiento progresivo para secuenciar adecuadamente los pasos necesarios para resolver el problema. Es en este proceso de secuenciación de acciones donde probablemente entrarían en juego las estrategias metacognitivas.

En definitiva, los resultados de este estudio sugieren que las estrategias metacognitivas afectan de distinto modo los dos procesos especialmente críticos en la resolución de problemas de *insight*: acceso a la información relacionada con la solución y el reconocimiento de su relevancia. Mientras que el acceso a la información depende de factores menos controlables siendo, por lo tanto, poco accesible a la conciencia (Lockhart & Blackburn, 1993), el reconocimiento de su relevancia si parece depender de procesos de selección, control y evaluación, es decir, del nivel de metacognición. Nuestros resultados también muestran que las ayudas más abstractas no son útiles ni siquiera para los participantes que se definieron como metacognitivamente más hábiles. Probablemente, porque la dificultad principal del problema de las tres bombillas no reside en el plan abstracto de solución (combinaciones específicas de variables binarias o ternarias) sino en el acceso a un concepto que suele quedar fuera del foco de atención (p.e., el concepto de bombilla eléctrica activa automáticamente el concepto de luz y con mucha menor probabilidad el concepto de calor); de ahí el fenómeno de *insight* que suele estar asociado a la solución de este problema.

Estos resultados pueden tener implicaciones importantes para el diseño de intervenciones dirigidas a facilitar el aprendizaje de materias consideradas abstractas o difíciles para una mayoría de estudiantes. Quizás en algunas ocasiones las ayudas que se presentan no son útiles ni para los estudiantes más aventajados. O bien, alternativamente, se están suponiendo habilidades que la mayoría de estudiantes no han adquirido (por ejemplo, nuestros grupos de metacognición alta podrían en realidad ser considerados más adecuadamente en un nivel medio, especialmente en relación a las estrategias de control-evaluación, explicando en parte su moderado rendimiento en la resolución del problema). Interacciones parecidas entre tipos de ayudas y ciertas habilidades previas se han observado en algunas propuestas para mejorar el razonamiento probabilístico (Tubau, 2008). Estas conclusiones, no obstante, requieren ampliaciones de esta investigación que tengan en cuenta otros problemas, distintas formas de presentar las ayudas (por ejemplo, presencia o no de feedback en los problemas previos) y distintos procedimientos para evaluar el nivel de metacognición durante la solución específica del problema. Sin embargo, creemos que las diferencias encontradas en el uso habitual de las estrategias metacognitivas, entre los sujetos que resuelven exitosamente el problema y los que no, señalan que éstas tienen una estrecha relación con la actuación exitosa.

Finalmente, sobre la base de estos resultados, se plantea también la necesidad de ahondar en el análisis de otras va-

riables como las creencias acerca de la capacidad propia para resolver problemas, y de otras variables motivacionales (Malmivuori, 2006; Mareike y Burns, 2006) con la finalidad

de obtener una mejor aproximación a la relación que existe entre estas variables de la autorregulación y el éxito en la resolución del problema.

## Referencias

- Aguilar Villagrán, M., Navarro Guzmán, J. I., López Pavón, J. M. & Alcalde Cuevas, C. (2002). Pensamiento formal y resolución de problemas matemáticos. *Psicothema*, 14 (2), 382-386.
- Artz, A. T. & Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9, 137-175.
- Bowden, E. M. (1985). Accessing relevant information during problem solving: Time constraints on search in the problem space. *Memory and Cognition*, 13, 280-286.
- Bowden, E. M. (1997). The effect of reportable and unreportable hints on anagram solutions and the aha! Experience. *Conscious and cognition*, 6 (4), 545-573.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. Weinert y R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Carretero, M. & León, J. A. (2001). Del pensamiento formal al cambio conceptual en la adolescencia. En J. Palacios, A. Marchesi y C. Coll (Coords.), *Desarrollo psicológico y educación 1. Psicología evolutiva* (pp. 453-469). Madrid: Alianza.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J. & Glasser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- De la Fuente, J., Baillo, M., Gabucio, F. & Tubau, E. (1989). Similitudes superficiales en solución de problemas por analogía. *Cognitiva*, 2 (2), 3-19.
- Deldos, V. R. & Harrington, C. (1991). Effects of strategy monitoring and proactive instruction on children's problem solving performance. *Journal of Educational Psychology*, 83, 35-42.
- Fernández-Duque, D., Baird, J. & Posner, M. (2000). Awareness and metacognition. *Consciousness and Cognition*, 9 (2), 288-307.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive – developmental inquiry. *American Psychologist*, 34 (10), 906-911.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. Weinert y R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, Motivation, and Understanding* (pp. 21-29). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gick, M. L. & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction in analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Guilera, L. (2002). *Vías de acceso conceptual en la resolución de problemas: Importancia de los estímulos sensoriales*. Tesis Doctoral inédita. Departamento de Psicología de la Educación. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Holyoak, K. J. & Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 15 (4), 332-340.
- Jacobs, J. E. & Paris, S. G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational Psychology*, 22, 255-278.
- Kershaw, T. & Ohlsson, S. (2004). Multiple causes of difficulty in insight: The case of the nine-dot problem. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30 (1), 3-13.
- León-Carrión, J., Alarcón, J. C., Revuelta, M., et al. (1998). Executive functioning as outcome in patients after traumatic brain injury. *International Journal of Neuroscience*, 94 (1-2), 75-83.
- Lockhart, R. S. & Blackburn, A. B. (1993). Implicit processes in problem solving. En Graf, P. & Masson, M. E. Y. (Eds.), *Implicit Memory: New directions in cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Maier, N. R. F. (1931). An aspect of human reasoning. *British Journal of Psychology*, 24, 144-155.
- Malmivuori, M-L. (2006). Affect and self-regulation. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 149-164.
- Mareike, W. & Burns, B. (2006). Incentives improve performance on both incremental and insight problem solving. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59 (8), 1378-1394.
- Martí, E. (1995) Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto, *Infancia y Aprendizaje*, 72, 9-32.
- Martínez-Fernández, J. R. (2004). *Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de psicología*. Tesis Doctoral inédita. Departamento de Psicología Básica. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Martínez-Fernández, J. R. (2007). Concepción de aprendizaje y estrategias metacognitivas en estudiantes universitarios de psicología. *Anales de Psicología*, 23 (1), 7-16.
- Mateos, M. (1999). Metacognición en expertos y novatos. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coords.), *El aprendizaje estratégico* (Cap. 6, pp. 123-129). Madrid: Santillana.
- Metcalf, J. & Wiebe, D. (1987). Intuition in insight and non-insight problem solving. *Memory and Cognition*, 15, 238-246.
- Núñez, J. C., González-Pineda, J. A., González-Pumariaga, S., Rocas, C., García, M. & Álvarez, L. (1997). *Cuestionario de Evaluación de Procesos Metacognitivos*. Departamento de Psicología: Universidad de Oviedo.
- O'Neil, H. E. & Abedi, J. (1996). Reliability and validity of a state metacognitive inventory: Potential for alternative assessment. *The Journal of Educational Research*, 89 (4), 234-245.
- Parolo, M. E., Barbieri, L. M. & Chrobak, R. (2004). La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), 79-92.
- Rozencwajg, P. (2003). Metacognitive factors in scientific problem-solving strategies. *European Journal of Psychology of Education*, 18 (3), 281-294.
- Saiz, C. (1994). Pensamiento e instrucción. En M. A. Verdugo *La evaluación curricular. Una guía para la intervención psicopedagógica*, pp. 613-689. Madrid: Siglo XXI.
- Schnyer, D. M., Verfaellie, M., Alexander, M. P., LaFleche, G., Nicholls, L. & Kaszniak, A. W. (2004). A role for right medial prefrontal cortex in accurate feeling-of-knowing judgments: evidence from patients with lesions to frontal cortex. *Neuropsychologia*, 42 (7), 957-966.
- Schoenfeld, A. H. (1987). What's all the fuss about metacognition?. In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education*, Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Schraw, G. & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 460-475.
- Shin, N., Jonassen, D. H. & McGee, S. (2003). Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (1), 6-33.
- Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82, 306-314.
- Tubau, E. (2008). Enhancing probabilistic reasoning: the role of causal graphs, statistical format and numerical skills. *Learning and Individual Differences*, 18, 187-196.
- Weisberg, R. W. (1996). Prolegomena to theories of insight in problem solving: A taxonomy of problems. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *The nature of insight* (pp. 157-196). Cambridge, MA: MIT Press.

(Artículo recibido fecha: 13-2-2008; aceptado: 21-4-2008)

## Anexo 1: cuestionario de conocimientos previos

1. ¿Has tenido algún accidente con electricidad o por culpa de la electricidad?

	Nunca
	Si, hace muchos años
	Si, hoy mismo
	No me acuerdo
	Si, recientemente

2. ¿Alguna vez te has quemado al tocar una bombilla eléctrica?

	Nunca
	Si, hace muchos años
	Si, hoy mismo
	No me acuerdo
	Si, recientemente

3. ¿Cómo catalogas tu sensibilidad al tacto del calor?

	Normal
	Aguanto mejor que muchos el tacto de cosas calientes.
	Soy hipersensible al tacto de cosas calientes.

(preguntas presentadas al final)

1. ¿Qué te ha parecido el problema de las tres bombillas?

	Imposible de resolver
	Muy difícil
	Un poco difícil
	Normal
	Fácil

Comentarios digno de destacar:

2. ¿Lo conocías?

	Si, lo había hecho recientemente
	Me lo han explicado hace poco
	Si, lo había visto hace tiempo
	No, pero se parece mucho a otros que he hecho
	Me era totalmente desconocido

Comentarios dignos de destacar:



## Anexo 2: Inventario sobre estrategias metacognitivas

A continuación te presentamos un conjunto de enunciados y/o actividades. Léelos detenidamente y responde con qué frecuencia realizas cada uno de ellos.

Siempre 5.	Muchas veces 4.	Regularmente 3.	Pocas veces 2.	Nunca 1.
---------------	--------------------	--------------------	-------------------	-------------

### Ante una actividad de aprendizaje o problema:

1. Eres consciente de lo que piensas sobre la actividad o problema.	
2. Compruebas tu trabajo mientras lo estás haciendo.	
3. Intentas descubrir las ideas principales o la información relevante de dicha tarea o actividad.	
4. Intentas comprender los objetivos de la actividad antes de ponerte a resolverla.	
5. Eres consciente de qué técnica o estrategia de pensamiento usar y cuándo usarla.	
6. Identificas y corriges tus errores.	
7. Te preguntas cómo se relaciona la información importante de la actividad con lo que ya sabes.	
8. Intentas concretar qué se te pide en la tarea.	
9. Eres consciente de la necesidad de planificar el curso de tu acción.	
10. Una vez finalizada la actividad, eres capaz de reconocer lo que dejaste sin realizar.	
11. Reflexionas sobre el significado de lo que se te pide en la actividad antes de empezar a responderla.	
12. Te aseguras de haber entendido lo que hay que hacer, y cómo hacerlo.	
13. Eres consciente de los procesos de pensamiento que utilizas (de cómo y en qué estás pensando).	
14. Haces un seguimiento de tus progresos y, si es necesario, cambias tus técnicas y estrategias.	
15. Utilizas múltiples técnicas de pensamiento o estrategias para resolver la actividad o tarea.	
16. Antes de empezar realizar la actividad, decides primero, cómo abordarla.	
17. Eres consciente de tu esfuerzo por intentar comprender la actividad antes de empezar a resolverla.	
18. Compruebas tu precisión a medida que avanzas en la realización de la actividad.	
19. Seleccionas y organizas la información relevante para la resolución de la tarea o actividad.	
20. Te esfuerzas por comprender la información clave de la actividad antes de intentar resolverla.	

Versión Original: O'Neil, H. F., & Abedi, J. (1996). Reliability and validity of a state metacognitive inventory: Potential for alternative assessment. *The Journal of Educational Research*, 89 (4), 234-245.

Traducción al castellano: Martínez-Fernández, J. Reinaldo. Universidad de Barcelona. Febrero 2001. Los participantes respondieron a una versión en catalán adaptada por Llorenç Guilera, 2002.

Ítems sub-escala Planificación: 2 / 3 / 4 / 8 / 11 / 12 / 16 / 17 / 19 / 20

Ítems sub-escala Control-Evaluación: 1 / 5 / 6 / 7 / 9 / 10 / 13 / 14 / 15 / 18